

**ANALISIS *PROCUREMENT* BAHAN MATERIAL BAJA RINGAN (*COLD FORM STEEL*)
SEBAGAI STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG
(STUDI KASUS: BANDARA *INTERNATIONAL* MOZES KILANGIN TIMIKA PAPUA)**

Manlian Ronald A. Simanjuntak¹⁾, Usman Hasan²⁾

¹⁾ Guru Besar dan Kepala Program Studi Program Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan
E-mail: manlian.adventus@uph.edu

²⁾ Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan
E-mail: usmanlianghasan@gmail.com

Abstrak

Setiap pekerjaan konstruksi selalu terdiri dari engineering (perencanaan), procurement (pembelian material dan pengangkutan material ke lapangan/site), installation (pelaksanaan pembangunan di lapangan/site). Permasalahan yang dihadapi di Indonesia yang merupakan negara kepulauan adalah bagaimana cara material yang dihasilkan dari perencanaan dapat terkirim tepat waktu serta dibangun dengan baik dan cepat serta memenuhi standar. Karenanya, penggunaan struktur Baja Ringan (Cold Form Steel) merupakan pilihan yang tepat, karena mempunyai karakteristik lebih ringan dari baja konvensional (Mild Steel) dengan kekuatan tarik (tensile strength) dua kali lebih tinggi dari baja konvensional. Meskipun demikian, Cold Form Steel mempunyai beberapa kekurangan antara lain ketebalan material maximum hanya 3 mm, tidak dapat menahan beban vibrasi yang besar, lebih peka terhadap gaya tekan yang berakibat profil lebih mudah mengalami tekuk. Kekurangan tersebut dapat diatasi, bila struktur direncanakan secara baik sesuai dengan standard yang berlaku, sehingga memberikan manfaat berupa penghematan biaya dan waktu. Penelitian ini dilakukan untuk membuktikan manfaat-manfaat penggunaan Baja Ringan dengan melakukan perbandingan biaya dan waktu pelaksanaan pada project Bandara International Mozes Kilangin Timika Papua.

Kata kunci: *Baja ringan, Biaya, Procurement, Waktu*

PENDAHULUAN.

Pengembangan teknologi material telah dimulai sejak beberapa abad yang lalu dimulai dari zaman renaissance hingga sekarang ini, manusia berlomba-lomba mengembangkan pengetahuan dan teknologi untuk mempermudah hidup mereka, misalnya dari segi teknologi bahan bangunan, material bangunan dihasilkan bertambah kuat dalam menahan beban serta berat bahan bangunan tersebut makin ringan, sebagai contoh mutu beton pada zaman pertama ditemukan yaitu tahun 1793 oleh *John Smeaton* hanya mempunyai kuat tekan 10-15 MPa seiring dengan perkembangan teknologi, mutu beton sekarang adalah 70-80 MPa yang dapat diproduksi di Indonesia, sedangkan maksimum mutu beton yang dapat dihasilkan adalah 150 MPa, demikian juga dengan material lain yaitu baja, material baja juga mengalami perkembangan yang pesat. Bahan Material Baja dimulai pada tahun 1855 ditemukan metode *Bessemer* yang menghasilkan baja dengan kekuatan Tarik 24 MPa yang disebut (*Mild Steel*), dan terus berkembang hingga mencapai kekuatan tarik 550 MPa disebut Baja ringan (*Cold Form Steel*). Bangunan di dunia banyak menggunakan bahan utama baja, karena ringan cepat pemasangannya, akan tetapi ada hal yang menjadi kendala yaitu: harga baja lebih mahal di bandingkan dengan beton, metode pemasangan yang lebih khusus serta membutuhkan alat bantu yaitu crane, alat pengunci (*wrench*), kendala yang terdapat pada daerah-daerah yang jauh dari kota (*remote area*) dimana bahan material beton berupa semen, pasir dan batu belah (*split*) atau kerikil sulit diperoleh, misal di daerah Kalimantan, pasir dengan mutu yang baik sangat sulit diperoleh, harus dikirim dari Sulawesi untuk mengatasi masalah tersebut maka digunakan struktur bangunan baja biasa (*Mild Steel*).

Pada masa sekarang terdapat trend menggunakan bahan Baja ringan untuk bangunan terutama pada daerah yang jauh dari kota-kota besar misalnya daerah pertambangan di Kalimantan, Sumatera, Sulawesi dan Irian Papua. Bangunan yang menggunakan baja ringan (*Cold Form Steel*) mempunyai keuntungan-keuntungan sebagai berikut: Berat Bangunan jauh lebih ringan dari

Bangunan baja biasa (*Mild Steel*), sehingga biaya material lebih murah; Pelaksanaan pemasangan struktur Bangunan lebih mudah, karena tidak memerlukan alat berat terutama crane, seandainya menggunakan alat berat, maka alat berat yang diperlukan hanya berkapasitas kecil saja; Ukuran Fondasi yang diperlukan untuk menahan bangunan ini paling ringan dibandingkan dengan struktur bangunan struktur sejenis yang dibangun dengan bahan lain misalnya beton atau baja biasa; Biaya transport untuk mengangkut material baja ringan (*Cold Form Steel*) ke lapangan (*site*) lebih murah, karena berat total material bangunan lebih ringan; Biaya total yang dikeluarkan lebih murah dibandingkan dengan struktur bangunan lain misalnya struktur Bangunan Beton atau struktur Bangunan Baja.

Untuk membuktikan bahwa Baja Ringan (*Cold Form Steel*) layak digunakan sebagai bahan material struktur bangunan Gedung, maka dilakukan penelitian dengan menggunakan data kualitatif yang kami rubah dalam bentuk data kuantitatif agar dapat dilakukan analisis untuk mendapatkan model Regresi Berganda Linier (*Multi Linear Regression Model*) untuk menjawab pertanyaan kelayakan material bahan Baja Ringan (*Cold Form Steel*) digunakan sebagai struktur bangunan pada proyek Bandara International Mozes Kilangin Timika Papua.

Teori manajemen kontruksi

Procurement merupakan proses management dan control untuk membeli atau mendapatkan barang dan jasa yang dibutuhkan pada suatu proyek, dimana barang atau jasa tersebut diperoleh dari luar Team proyek, proses *procurement* mencakup system administrasi kontrak (*agreements*) yang diperlukan untuk mendapatkan barang atau jasa yang diperlukan, *Project Procurement Management Process* terdiri dari : Management Perencanaan Pembelajaran (*Plan Procurement management*); Proses Pembelian (*Conduct Procurements*); Proses Pengendalian Pembelian barang atau jasa (*Controls Procurement*).

Baja ringan (*Cold Form Steel*) dikembangkan pada tahun 1950 an di Amerika Serikat (*USA*), disebut *Cold Form Steel* karena profil baja berupa C atau Z dibentuk (*form*) pada kondisi suhu kamar dari bahan berbentuk lempengan yang telah digulung yang disebut dengan *coil*, seperti tampak pada Gambar 1.



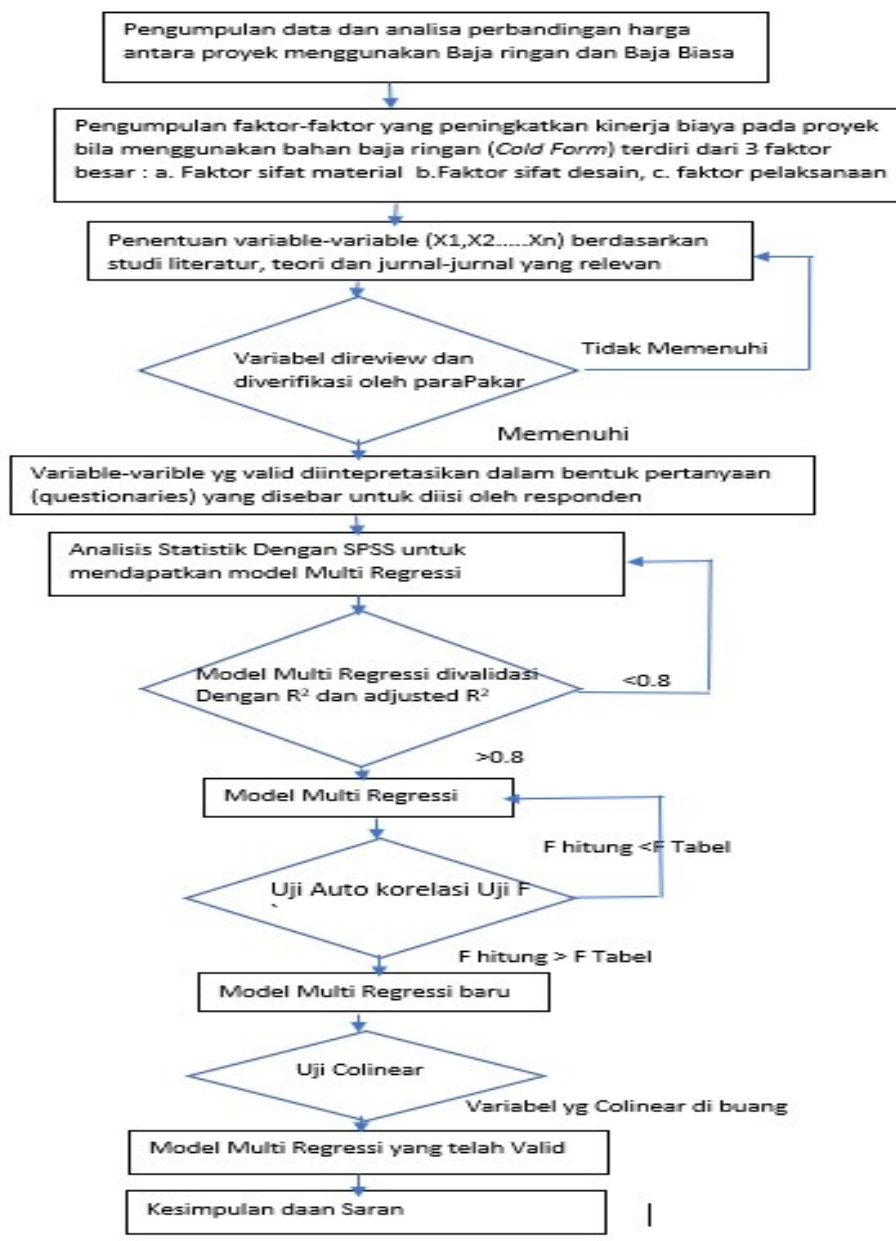
Gambar 1. Bahan baku, mesin roll form dan profil baja ringan

Saat baja ringan mulai banyak dipakai, ada sebagian dari bangunan yang runtuh, sehingga pemerintah Amerika serikat menunjuk *Prof. George Winter* dari *Johns Hopkins University* pada tahun 1958 untuk merumuskan *standard (code)* dalam mendesain struktur bangunan Baja ringan ini, dan terbitlah *standard (code)* yang bernama *AISI standard (American Iron Steel Institute)*. Dengan berkembangnya pengetahuan tentang baja ringan (*Cold Form Steel*) ini, standard ini ditiru dan dimodifikasi untuk sesuai dengan negara yang bersangkutan misal di *Australia* dan *New Zealand* AS/NZS 4600-2002, untuk negara-negara yang tergabung dalam Uni eropa mereka menerbitkan *Eurocode 3- part3 (Euoroced 3)*. Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya di antaranya:

- 1) Jurnal bahan baja ringan berkaitan dengan dengan struktur, dalam jurnal-jurnal ini lebih ditekankan pada teknik mendesain struktur bangunan gedung dengan menggunakan material baja ringan (*Cold Form Steel*), bagaimana cara melakukan desain yang baik, serta teknik baru apa yang dapat digunakan dalam rangka meningkatkan kinerja bahan material baja ringan, missal mengganti teknik desain menggunakan tegangan efektif (*Allowable Stress Design*) menjadi tegangan layan (*Direct Stress Design*).

Wei-Wen Yu dan Roger A. LaBoube, 2010; A.Gherisi, R.Landolfo and F.M. Mazzolani 2002.

- 2) Jurnal bahan baja ringan yang berkaitan dengan teknik pabrikan dan proses pengiriman material dan teknik memperoleh material, agar terjadi peningkatan kinerja terhadap biaya, penggunaan software BIM (*Building Information Model*) untuk meningkatkan kinerja pabrikan dan instalasi struktur bangunan gedung yang menggunakan bahan material baja ringan. *WEISHENGLU, dkk 2019*;
Massimo Pica, Russel D. Archibald 2015; Norman R. Howes 2001; Parviz F.Rad 2002; Robert L.Peurifoy dkk 2006; A.L Rogan, 1998.



Gambar 2. Flow Chart proses penelitian

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada lebih 40 (empat puluh) proyek, dibandingkan harga material bangunan bila menggunakan bahan baja ringan (*Cold Form*) dengan bangunan yang sama tetapi menggunakan bahan baja biasa (*Mild Steel*), didapatkan seluruh bangunan yang di desain dengan material baja ringan lebih murah dibandingkan dengan bangunan yang didesain dengan menggunakan baja biasa, lalu dengan merujuk pada hasil ini, dilakukan identifikasi faktor-faktor

yang menyebabkan terjadinya efisiensi, yang dikelompokkan menjadi 3 yaitu : Faktor Sifat material (*Material properties*); Faktor Desain (*Design Factor*); dan Faktor Fabrikasi dan Pemasangan (*fabrication and Erection*). Proses penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

Kemudian dijabarkan dalam bentuk variabel-variabel yang relevan dengan kelompoknya masing-masing. Semua variabel-variabel ini akan *direview* dan diverifikasi, *variable-variable* yang menurut para pakar tidak relevan akan dibuang sehingga diperoleh *variable-variable* yang valid yang merupakan *variable-variable independen* (X), sedang *variable* Y dalam hal ini adalah Peningkatan kinerja biaya dengan menggunakan bahan baja ringan (*Cold Form*) pada proyek, selanjutnya merujuk kepada *variable-variable* tadi kami interpretasikan dalam wujud pertanyaan-pertanyaan (*Questionares*) yang disusun secara sistematis dan *comprehensive* pertanyaan-pertanyaan tersebut disebar kepada responden yang kemudian dianalisis dengan model Regresi Berganda Linier (*Multi Regression Model*), hasil Model Multi Regresi ini dilakukan validasi dengan melakukan *statistic testing* yaitu r^2 dan *adjust r^2* , hasil r^2 dan *adjust r^2 test* harus lebih besar dari 0.8, kemudian dilakukan uji auto korelasi antar *variable* dengan melakukan uji *Durbin –Watson* (Uji DW) untuk menentukan apakah model Regresi Berganda Linier tersebut terdapat auto korelasi. Untuk menyakinkan model Regresi Berganda Linier yang dihasilkan dapat dipakai, dilakukan uji F (*F Test*) untuk menguji *variable-variable independen* tersebut memberikan kontribusi yang signifikan pada model Regresi Berganda Linier, jika F hitung > F tabel maka disimpulkan seluruh variabel bebas secara bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat, sedangkan jika F hitung < F tabel maka disimpulkan seluruh variabel bebas secara bersama-sama tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat. Setelah semua uji atau testing baik terhadap model maupun terhadap *variable-variable* dan memenuhi kriteria yang disyaratkan, maka model Multi Regresi Linier (akhir) final ini dapat dipakai. Flow chart proses penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 2.

ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Pakar

Setelah semua variabel-variabel telah disusun diuji oleh Para Pakar, yaitu: 1. Prof. Ir. Iswandi Imran, M.Eng, P.hD, 2. Ir. Wawan Cendawa M.Eng, 3. Ir. David Ng. M.Eng, variabel-variabel ini diuji dan di koreksi, sehingga dari 42 variabel, tidak disetujui dua variabel, yaitu variabel no. 4 (Pada Struktur Bangunan dengan bahan Baja, sering terjadi kasus, tiang (kolom) menekuk karena beban yang ditahan terlalu besar, menurut anda apakah bahan Material Baja Ringan (*Cold Form Steel*) dapat menahan beban tekuk dibandingkan dengan Baja Biasa (*Mild Steel*)?), dan variabel no. 24 (Menurut anda apakah kurang akomodatif organisasi perusahaan yang kurang akomodatif kebutuhan pasar dapat mempengaruhi kinerja biaya operasional pada pelaksanaan proyek?), sehingga berkurang menjadi 40 (empat puluh variabel), selanjut semua variabel diurutkan kembali, dilakukan verifikasi sekali lagi ke Pakar dan disetujui, setelah disetujui, questionnaire dibuat dan disebar kepada responden.

Uji Responden

Pada tahap ini, questionnaire disebar kepada responden merupakan pengguna jasa yaitu kontraktor baja dan kontraktor umum (general kontraktor), semua hasil isian responden dikumpulkan, jumlah hasil pengisian dari responden yang didapatkan berjumlah 36 responden dengan tingkat Pendidikan minimal S1, 5 (lima) responden berpendidikan S2 dan 1 (satu) responden berpendidikan S3.

Input Data

Input data dilakukan berdasarkan hasil isian responden dengan metode statistik menggunakan software SPSS versi 26, dilakukan Multi Regresi model, secara forward step wise.

Analisis Korelasi $r > 0,4$

Model Multi Regresi yang dihasilkan dilakukan uji korelasi antara variabel X dengan Y, hasil variabel yang nilai $r > 0,4$ yang dipakai, sedangkan lebih kecil dari 0,4 tidak dipakai.

Analisis Interkorelasi $r < 0,4$

Analisa Interkorelasi untuk menguji hubungan antara satu variabel dengan variabel lain, nilai $r < 0,4$ menunjukkan hubungan yang tidak erat antara variabel, jadi kedua variabel harus dipakai dan tidak boleh dihilangkan.

Analisis Faktor

Analisa Faktor adalah pengujian apakah variabel bebas (*independent*) berpengaruh signifikan pada model Regresi Berganda Linier (*Multi Regression Linear*), yang terdiri dari : Pengecekan harga R^2 dan *Adjusted R²*, Uji model F, t dan Uji *Durbin Watson*.

Analisis Regresi Berganda Linier (R^2) stepwise -2 tailed $R^2 > 0,8$

Analisis Regresi Berganda Linier (*Multi Regression Linear*) yang dihasilkan dalam penelitian ini dicek nilai R^2 dan nilai *Adjusted R²* harus $> 0,8$ atau 80 % dalam hal hasil R^2 dan *Adjusted R²* dari Model Regresi Berganda Linear (*Multi Regression Linear Model*) adalah R^2 adalah 0,98 dan *Adjusted R²* adalah 0,96 $> 0,8$, kesimpulan Model Regresi Berganda (*Multi Regression Model*) memenuhi syarat ketentuan.

Uji Model (F, t, Durbin Watson)

Setelah model didapatkan harus dilakukan pengujian F untuk menguji tingkat signifikan hubungan antara variabel Y (variabel *dependent*) dengan Variabel -variabel X (variabel-variabel *Independent*) dalam model dengan mengecek hasil Nilai $F_{Stat} > F_{tabel}$ (Nilai F_{tabel} sesuai dengan degree of freedom model dalam hal ini $D=40-2 = 38$, nilai $F_{tabel} = 3,23$, Nilai F_{Stat} hasil ANOVA $= 60,526 > F_{tabel} = 3,23$, menunjukkan variabel-variabel X (variabel-variabel *Independent*) model mempunyai hubungan yang signifikan dengan variabel Y (variabel *dependent*).

Uji t digunakan untuk menguji apakah kemiringan dari model Regresi Berganda (*Multi Regression Model*) yang dihasilkan apakah memenuhi syarat sebagai model Regresi Berganda (*Multi Regression Model*), hal dicek dengan membandingkan nilai t_{Stat} (t hasil hitungan) dengan nilai t_{tabel} , model Regresi Berganda (*Multi Regression Model*) memenuhi bila $t_{Stat} > t_{tabel}$, dari hasil analisis SPSS diperoleh $t_{Stat} = 7,339$ dan nilai t_{tabel} dengan tingkat keyakinan 95% dan degree of freedom 38 = 1,6860; jadi $t_{Stat} = 7,339 > t_{tabel} = 1,686$; menunjukkan bahwa model Regresi berganda (*Multi Regression Model*) memenuhi ketentuan sebagai model Regresi berganda Linier (*Multi Regression Linear Model*).

Uji Durbin Watson digunakan untuk mengecek autokorelasi antar variabel pada Model Regresi berganda linier (*Multi Regression Linear Model*). Prasyarat yang harus terpenuhi adalah tidak adanya autokorelasi dalam model regresi. Metode pengujian yang sering digunakan adalah uji *Durbin-Watson* (uji DW), berdasarkan $H_0 =$ tidak adanya autokorelasi dan $H_a =$ ada autokorelasi, dengan ketentuan sebagai berikut:

- Jika d lebih kecil dari dL atau lebih besar dari (4-dL) maka hipotesis nol ditolak yang berarti terdapat autokorelasi.
- Jika d terletak antara dU atau (4-dU) maka hipotesis nol diterima yang berarti tidak ada autokorelasi.
- Jika d terletak antara dL dan dU atau diantara (4-dU) dan (4-dL), maka tidak menghasilkan kesimpulan yang pasti.

Nilai *Durbin-Watson* pada Tabel 4.16 tersebut sebesar 1,904, dibandingkan dengan nilai *Durbin-Watson* pada Tabel *Durbin-Watson*. Penelitian ini menggunakan jumlah sampel 38 ($N = 38$) dan jumlah variabel bebas penentu sebanyak 5 ($k = 5$), sehingga nilai dl tabel adalah sebesar 1,05 dengan rumus $4 - dL$, yaitu $4 - 1,02 = 2,98$ dan dU tabel sebesar 1,58 dengan rumus $4 - dU$, yaitu $4 - 1,58 = 2,42$, hal ini berarti dw terletak antara du dan (4 - dU), maka dapat disimpulkan bahwa hipotesis nol atau H_0 diterima, yang berarti tidak ada autokorelasi.

Persamaan Model (*Modelling*)

Setelah semua kriteria telah diaktifkan, maka dilakukan analisis dengan menggunakan software SPSS versi 26, kemudian hasil analisis ini diverifikasi dengan cara melakukan analisis sekali dengan menggunakan data yang sama, tetapi dengan menggunakan software sejenis yaitu Minitab versi 18. Model analisis yang dihasilkan menunjukkan hasil yang sangat mendekati antara hasil mode SPSS

(Tabel 1 dan Gambar 3) dan model Minitab, berdasarkan hasil ini dapat disimpulkan bahwa model yang dihasilkan sudah valid, berikut adalah hasil analisis akhir berdasarkan data masukan yang telah diolah:

$$Y = 0.474 + 0.734 X_{32} + 0.499 X_{30} + 0.286 X_{14} + 0.219 X_{37} + 0.171 X_{15} + 0.053 X_{31} - 0.511 X_{22} - 0.272 X_{24} - 0.174 X_4 - 0.094 X_{25}$$

Tabel 1. Model Regresi Linier Berganda hasil SPSS

10	(Constant)	.474	.188		2.529	.018
	X32	.734	.098	.997	7.456	.000
	X30	.499	.056	.835	8.852	.000
	X24	-.272	.053	-.502	-5.166	.000
	X22	-.511	.059	-.969	-8.731	.000
	X14	.286	.040	.512	7.106	.000
	X25	-.094	.046	-.192	-2.063	.050
	X4	-.174	.036	-.340	-4.857	.000
	X37	.219	.051	.304	4.285	.000
	X15	.171	.063	.261	2.706	.012
	X31	.053	.022	.113	2.451	.022

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0850408	96.53%	94.94%	73.02%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	0.284	0.207	1.37	0.182	
X4	-0.1708	0.0343	-4.97	0.000	3.09
X14	0.2751	0.0389	7.08	0.000	3.34
X15	0.1771	0.0603	2.94	0.007	5.86
X18	0.0667	0.0360	1.85	0.077	1.37
X22	-0.5130	0.0559	-9.18	0.000	7.77
X24	-0.2510	0.0516	-4.86	0.000	6.25
X25	-0.0739	0.0451	-1.64	0.115	5.85
X30	0.4660	0.0567	8.22	0.000	6.22
X31	0.0523	0.0206	2.54	0.018	1.35
X32	0.7072	0.0951	7.44	0.000	11.53
X37	0.2141	0.0489	4.38	0.000	3.19

Regression Equation

$$Y = 0.284 - 0.1708 X_4 + 0.2751 X_{14} + 0.1771 X_{15} + 0.0667 X_{18} - 0.5130 X_{22} - 0.2510 X_{24} - 0.0739 X_{25} + 0.4660 X_{30} + 0.0523 X_{31} + 0.7072 X_{32} + 0.2141 X_{37}$$

Fits and Diagnostics for Unusual Observations

Obs	Y	Fit	Resid	Std Resid
6	5.0000	4.8181	0.1819	2.41 R

Gambar 3. Analisis Regresi Berganda Minitab versi 18

KESIMPULAN DAN SARAN

Faktor yang paling dominan sebesar 73,4 % yaitu faktor fabrikasi dan pemasangan, variabel yang menyatakan bahwa fabrikasi dan pemasangan. diikuti 49.9% yaitu faktor desain variabel berikutnya sebesar 28.6% yaitu faktor sifat material. Menurut pendapat para pengguna jasa material baja ringan (*Cold Form Steel*) dalam hal ini adalah kontraktor baja (*Mild Steel*) faktor faktor fabrikasi dan pemasangan inilah yang menunjukkan bahwa material baja ringan ini dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja biaya, karena fabrikasi dan pemasangan akan cepat dan lancer dengan catatan harus mendapatkan pelatihan (*training*) dari ahli yang bersertifikat.

Selain digunakan sebagai struktur balok dan kolom untuk menggantikan baja biasa (*Mild Steel*), material baja ringan (*Cold Form Steel*) ini dapat digunakan untuk menggantikan tulangan (*decking*) pada lantai struktur bangunan sehingga proses fabrikasi dan pemasangan struktur bangunan menjadi lebih cepat, sehingga dapat meningkatkan kinerja biaya struktur bangunan.

Berdasarkan hasil penelitian dari AISI (*American Iron Steel Institute*) yang menunjukkan material baja ringan ini adalah nonflameble yaitu tidak menyebarkan api kepada bagian lain dari bangunan (*localize*) pada saat kebakaran, hal inilah yang menyebabkan material ini tahan terhadap kebakaran, karena sifat material ini maka dapat meningkatkan kinerja biaya bila dibandingkan dengan menggunakan baja biasa (*Mild Steel*) yang perlu dilapisan bahan sejenis semen yaitu (*Vermiculite*) agar tahan terhadap api dan tidak menyebarkan api ke bagian lain dari bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- SNI 03-1726-2002: Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung, Badan Standarisasi Nasional.
- 1996 AISI Specification
- Cold Formed Steel Design 3th Edition, Wei-Wen Yu and Roger A. LaBoube, 2010.
- Introduction to recent trends in cold formed steel construction by LW. William
- Design of Metallic Cold-formed Thin-walled Member By A.Gherzi, R.Landolfo and F.M. Mazzolani 2002.
- Value Management in Construction A Practical Guide by Brian R. Norton and William C. McElligott 1995.
- Design of Cold-formed Steel Structures based on Euroced 3 : Design of Steel Structures. Part 1-3 : Design of Cold-Formed Steel Structures By Dan Dubina, Viorel Ungureanu, Raffaele Landolfo 2012.
- Project Management in Practice Sixth Edition By Meredith, Mantel, Jr, SHAFER 2017.
- BIM and Big Data for Construction Cost Management by WEISHENGLU, CHI CHUENG LAI, TUNG TSE, 2019.
- Project Life Cycle Economics, Cost Estimation, Management and Effectiveness in Construction Projects by Massimo Pica, Russel D. Archibald 2015.
- Modern project Management, Successfully Integrating Project Management Knowledge Areas and Processes By Norman R. Howes 2001.
- Project Estimating and Cost Management by Parviz F. Rad 2002.
- Construction Planning, Equipment and Methods Seventh Edition By Robert L. Peurifoy Clifford J. Schexnayder, Aviad Shapira 2006.
- Building Design Using Cold Formed Steel Section, Value and Benefit Assessment of Light Steel Framing in Housing by A.L Rogan Bsc, FBEng, Peng, MCI OB, MAPAM, R.M. Lawson Bsc(Eng), PhD, CEng, MICE, MStructE 1998.
- Construction Scheduling, Cost Optimization and Management, A new Model based on neurocomputing and object technologies by Hojjat Adeli, Asim Karim The Ohio State University 2001.
- Factor Influencing Facilities Management Cost Performance in Building Projects by Rashidul Islam, S.M. ASCE; Tasnia Hassan Nazifa; Sarajul Fikri Mohamed, PhD. ASCE Jurnal 2019.
- Vibration performance of Light Weight Cold- Formed Steels Floors By R. Parnell; B.W. Darwis; L. Xu, Jurnal ASCE 2010.

- Structural Performance of Cold-formed Steel Structures with Bolted Connections by K.F. Chung (Hong Kong Polytechnic University, Hung Hun, Hong Kong SAR China) *Advances in Structural Engineering* Vol.8 no.3 2005.
- Blast Load Resistance of Cold-Formed Steel Buildings by N.A. Rahman, The steel Network, Inc, Durham, North Carolian, United States, *Recent Trend in Cold-Formed Steel Construction* 2016.
- Composite Construction of Cold-formed Steel (CFS) Section with High Strength Bolted Shear Connector By Mustapha Muhammad Lawa, Mahmood Md. Tahir, Mohd Hanim Osman *Jurnal Tekanologi* 2 July 2015. UTM juranl Tekanology.
- Engineering, Construction and Architectural Management, Project Scheduling with time, Cost and Risk trade-off using adaptive multiple Objective differential evolution by Duc Hoc Tran, Luong Duc Long Austin State University *Jurnal* 2017.